

**MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE**

Publication number: JP6216122

Publication date: 1994-08-05

Inventor: SATO NOBUYOSHI; NAKANO TADASHI; OOTA TOMOHIRO

Applicant: KAWASAKI STEEL CO

Classification:

- international: H01L21/318; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/318

- European:

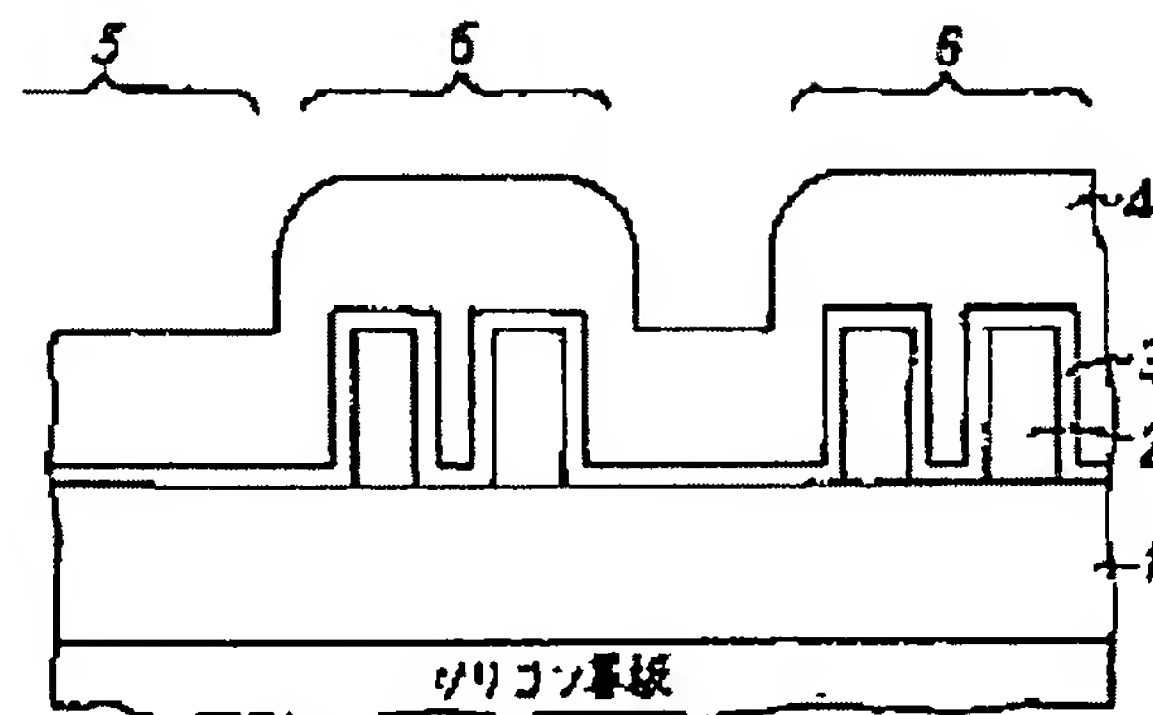
Application number: JP19930004192 19930113

Priority number(s): JP19930004192 19930113

Report a data error here

Abstract of **JP6216122**

PURPOSE: To form P-TEOSSiON film where O<sub>3</sub>-TEOSSiO<sub>2</sub> with less water content, no void on it, and without any film thickness dependency is formed. CONSTITUTION: After BPSG film 1 is formed on a silicon substrate, Al wiring 2 is formed. Then, the silicon substrate is heated to 400 deg., TEOS is subjected to bubbling by N<sub>2</sub> whose flow rate is 100sccm and bubbler temperature is 25 deg.C and then is supplied, and at the same time NH<sub>3</sub> with a flow rate of 30sccm is added, thus forming P-TEOSSiON film 3 without adding O<sub>2</sub>. Then, O<sub>3</sub>-TEOSSiO<sub>2</sub> film 4 is formed on it.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-216122

(43)公開日 平成6年(1994)8月5日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/318

識別記号

C 7352-4M

M 7352-4M

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平5-4192

(22)出願日 平成5年(1993)1月13日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 佐藤 伸良

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 中野 正

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 太田 与洋

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

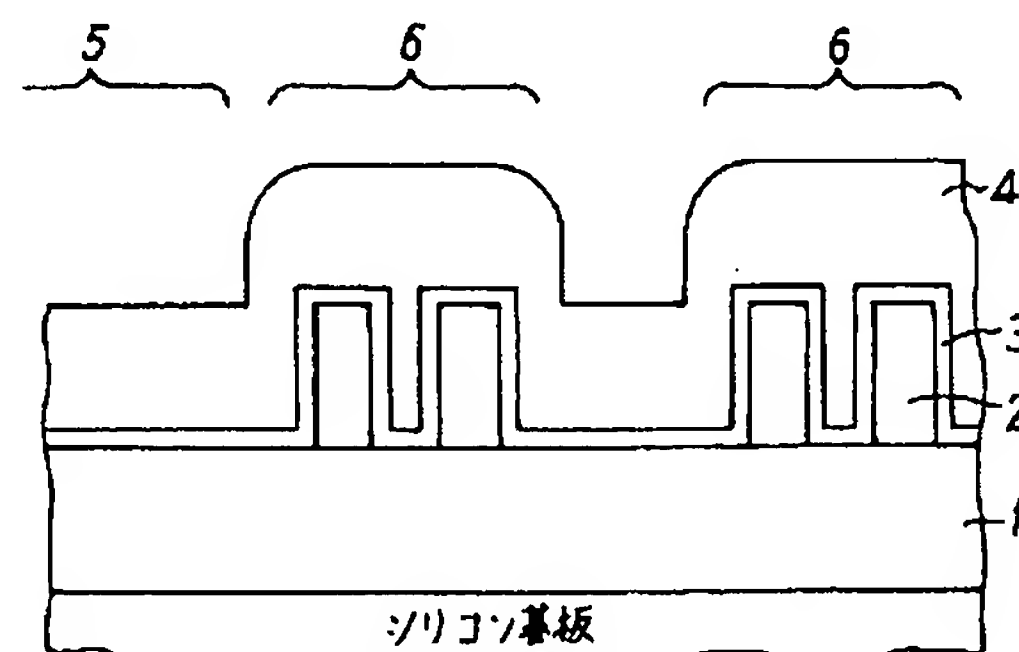
(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【目的】 水分の含有が少なく、かつ、その上にボイドがなく、膜厚依存性のない $O_3$ -TEOS  $SiO_2$ 膜が形成されるようなP-TEOS  $SiON$ 膜を形成する。

【構成】 シリコン基板上にBPSG膜1を形成後、Al配線2を形成する。次にシリコン基板を400℃に加熱し、流量が100sccm、バブラー温度が25℃の $N_2$ によりTEOSをバブリングして供給するとともに、流量が30sccmの $NH_3$ を加え、 $O_2$ を加えることなくP-TEOS  $SiON$ 膜3を形成する。次に、その上に $O_3$ -TEOS  $SiO_2$ 膜4を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体装置の絶縁膜の少なくとも一部を、有機シランと $\text{NH}_3$ とを使用したプラズマCVD法で形成した $\text{SiON}$ 膜を以て形成したことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 上記有機シランが $\text{TEOS}$ であることを特徴とする請求項1記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 上記 $\text{SiON}$ 膜を形成した後に、その上に $\text{O}_3$ と $\text{TEOS}$ とを用いたCVD法で酸化膜を形成することを特徴とする請求項1又は2記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体装置の製造方法に関するものであり、さらに詳しくは有機シラン系化合物を原料ガスとして用いる化学気相成長により、半導体基板と金属配線との間の絶縁膜、金属配線間の層間絶縁膜及びパッシベーション膜として作用する最終絶縁膜として使用することができる絶縁膜を形成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、VLSIデバイスの高集積化及び高密度化が急速に進み、半導体加工技術ではサブミクロン加工が必須のものとなってきている。サブミクロン加工が進むに従って半導体基板の表面性状に対する要求がますます厳しくなり、特にアスペクト比が大きくなると表面の凹凸がデバイス製造上の制約となってきている。このような問題を解決するために、最も強く望まれているのが層間絶縁膜の平坦化技術である。

【0003】 サブミクロンデバイス用の層間絶縁膜に要求される特性としては、サブミクロンオーダーのスペースを形成すること、高アスペクト比を持つパターンに対する優れたステップカバレッジを実現すること等がある。これらの要求を満たす層間絶縁膜を形成する方法としては、有機シラン又は無機シランを原料ガスに用いた化学気相成長法（CVD法）が知られている。CVD法としてはプラズマCVD法、常圧CVD法、減圧CVD法、加圧CVD法、光励起CVD法等がある。

【0004】 これらの内、原料ガスとして有機シランを使用し、これにオゾンを加えて行う常圧CVD法では、形成された絶縁膜、即ち常圧 $\text{O}_3$ -有機シランCVDシリコン酸化膜は、その平坦性が特に優れているため層間絶縁膜の平坦化が最も期待されている方法の1つである。このようなCVD法は、特開昭61-77695号公報、「電気化学」56, No. 7 (1988), 527~532頁等に記載されている。なお、使用される有機シランとしては、 $\text{TEOS}$  (tetraethoxysilane) が最も一般的である。

【0005】 また、VLSIのデバイスの高集積化及び高密度化に伴い、素子の信頼性を保つために膜質を向上することが要求されている。膜中に多量の水分が含まれている場合又は水分を通しやすい膜質である場合には、トラ

ンジスタの電気特性に悪影響が及ぼされる。

【0006】 近年、層間絶縁膜構造としては、 $\text{TEOS}$ と $\text{O}_3$ からなりプラズマCVD法により得られるシリコン酸化膜（ $\text{P-TEOS}$ 酸化膜）を下層として、また $\text{TEOS}$ と $\text{O}_3$ からなり常圧CVD法により得られるシリコン酸化膜（ $\text{O}_3$ - $\text{TEOS}$ 酸化膜）を上層としてそれぞれ堆積することにより形成された2層構造を用いる場合が一般的となっているが、これは上層の $\text{O}_3$ - $\text{TEOS}$ 酸化膜の下地依存性が大きいためである。このことは平成3年に発行された「電気学会論文A」, 111巻7号の652~658頁に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような2層構造を用いても、 $\text{P-TEOS}$ 酸化膜形成後に $\text{NH}_3$ プラズマ処理等の下地処理を行わないと上層の $\text{O}_3$ - $\text{TEOS}$ 酸化膜の膜質が悪化し、ポイドが発生することがわかってきている。さらに最近の報告では、膜中に水分が多いため $\text{P-TEOS}$ 酸化膜の膜質が非常に悪く、トランジスタの電気特性に悪影響を及ぼすこともわかってきている。

20 【0008】 また、特開平2-10851号公報に記載された半導体装置の製造方法では、 $\text{TEOS}$ と $\text{O}_3$ と $\text{NH}_3$ を原料とし、プラズマCVD法又は光CVD法により $\text{SiON}$ 膜を形成することを提案しているが、この方法によっても上記のような膜質の悪化やその上に形成される $\text{O}_3$ - $\text{TEOS}$ 酸化膜中でのポイドの発生や、膜厚のパターン依存性が大きい、という問題は解決されていない。

30 【0009】 本発明は以上の問題点を解決するものであり、平坦性が良く、膜質が良好で、水分が少なく、下地依存性や膜厚のパターン依存性を解消して良好な層間絶縁膜を形成できる半導体装置の製造方法を提供することを目的とするものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明による半導体装置の製造方法は、半導体装置の絶縁膜の少なくとも一部を、有機シランと $\text{NH}_3$ を使用したプラズマCVD法で形成した $\text{SiON}$ 膜を以て形成したことを特徴とするものである。本発明による半導体装置の製造方法の好適実施例においては、上記 $\text{SiON}$ 膜を形成した後に、その上に $\text{O}_3$ と $\text{TEOS}$ とを用いた $\text{O}_3$ - $\text{TEOS}$  CVD法でシリコン酸化膜を形成する。

【0011】

【作用】 本発明においては、プラズマCVD法で $\text{SiON}$ 膜を形成するに当たり、上述した特開平2-10851号公報に記載された方法のように $\text{O}_3$ 、 $\text{NH}_3$ および $\text{TEOS}$ を用いたのではポイドが発生したり、下地依存性が生ずることを確かめ、 $\text{O}_3$ を使用せず $\text{NH}_3$ と $\text{TEOS}$ のような有機シランを使用することによって膜中に窒素が含まれる $\text{SiON}$ 膜を形成することができるので、膜中の水分が非常に少なくなり、また下地依存性が解消されることになる。さらに、本発明の好適実施例では、この $\text{SiON}$ 膜を下層膜と

し、その上に $O_3$ -TEOS  $SiO_2$ 膜を形成するが、この場合には $O_3$ -TEOS  $SiO_2$ 膜の膜質は良好となり、特に良好な層間絶縁膜を形成できる。

【0012】

【実施例】以下、本発明による半導体装置の製造方法の実施例を、図面を参照しながら詳細に説明する。まず、図1は本発明による半導体装置の製造方法によって製造した半導体装置の断面図を示す。シリコン基板上に膜厚が6000ÅのBPSG(Borophosphosilicate glass)膜1を形成した後、高さ1.0  $\mu m$ 、配線幅0.5  $\mu m$ 、配線間スペース0.5  $\mu m$ のAl配線2を形成する。次にこのシリコン基板を電極間隔が10mmの電極上に載置する。次にこのシリコン基板を400℃に加熱し、RF電源から13.56 MHzの高周波を電極間に印加する。このときRFパワーは150W(1 W/cm<sup>2</sup>)とする。次に、TEOSを流量が100sccmの $N_2$ を用いてバブリングして反応チャンバに供給する。このときTEOSのバブラー温度は25℃に保持され、全圧力が1 Torrになるように調整した。さらに、〔表1〕に示すように、本実施例では $NH_3$ を30sccmの流量で反応チャンバに供給した。このようにしてP-TEOS  $SiON$ 膜3を3000Åの膜厚に形成した。さらに、その上に $O_3$ -TEOS  $SiO_2$ 膜4を8000Åの膜厚に形成した。

【0013】

〔表1〕

P-TEOS酸化窒化膜成膜条件

項 目	数 値
① 周波数 [Hz]	13.56M
② RFパワー [W]	150 (1 W/cm <sup>2</sup> )
③ 電極間隔 [mm]	10
④ 温度 [℃]	400
⑤ $NH_3$ 流量 [sccm]	30
⑥ TEOSバブリング $N_2$ 流量 [sccm]	100
⑦ TEOSバブラー温度 [℃]	25
⑧ 圧力 [Torr]	1.0

【0014】図2は比較例1の構成を示すものであり、図1に示したP-TEOS  $SiON$ 膜3をP-TEOS  $SiO_2$ 膜3aに置き換えたものであり、このP-TEOS  $SiO_2$ 膜3aを形成する際には、流量が200sccmの $O_2$ を反応チャンバに供給した。図3は比較例2の構成を示すものであり、図1に示したP-TEOS  $SiON$ 膜3をP-TEOS  $SiO_2$ 膜3aし、置き換えたものであり、P-TEOS  $SiON$ 膜3を形成したものであるが、この比較例2では、流量が30sccmの $NH_3$ と流量が100sccmの $O_2$ をそれぞれ反応チャンバに供給した。

【0015】上述した実施例で形成されたP-TEOS  $SiON$ 膜の特性を〔表2〕に示す。

【0016】

〔表2〕

5

6

項 目	数 値
① 屈折率	1.50
② 1:10 BHF エッチングレート (A/min) (25℃)	1500
③ ストレス (MPa)	100

又、比較例1と2で形成したP-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜の膜特性を \* 【0017】  
 [表3] に示す。 \* 【表3】

項 目	数 値
① 屈折率	1.45
② 1:10 BHF エッチングレート (A/min) (25℃)	2000
③ ストレス (MPa)	100

【0018】図1に示した本発明の実施例では、P-TEOS SiON 膜3の上に形成したO<sub>3</sub>-TEOSSiO<sub>2</sub> 膜4中にはボイドが発生せず、疎パターン5及び密パターン6でのO<sub>3</sub>-TEOSSiO<sub>2</sub> 酸化膜の膜厚依存性がなく、均一の膜厚で形成されていることがわかる。また、P-TEOS SiON 膜3を形成する際にO<sub>2</sub>を用いていないため膜中に窒素が入ったP-TEOS SiON 膜を形成できるので、この膜中の水分は非常に少なくなる。

【0019】図2に示すように、比較例1により形成されたP-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜3aの上に形成されたO<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜4中にはボイド7が発生し、また疎パターン5ではO<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜4の膜厚が小となり、それに対して密パターン6では膜厚が大となるので膜厚依存性があることがわかる。また、P-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜3a中には窒素が入っていないので、この膜中には水分が多く含まれたものとなっている。

【0020】図3に示した比較例2でも、P-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜3aの上に形成されたO<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜4中にはボイド7が発生し、またP-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜3aの成膜ガスとしてO<sub>2</sub>が添加されたためNが膜中に入らずこれが原因で比較例1と同じ膜質のP-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜が形成され、疎パターン5ではO<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜4の膜厚が小となるのに対して密パターン6では膜厚が大となるので膜厚依存性があることがわかる。

【0021】[表4]に、P-TEOS SiON 膜の形成時におけるO<sub>2</sub>とNH<sub>3</sub>の流量に対するO<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜に発生するボイド及びパターン依存性の有無を示す。[表4]により本発明のようにO<sub>2</sub>を用いない場合にはボイドが発生せず、かつ、パターン依存性もないことがわかる。

【0022】

[表4]

## P-TEOS酸化膜成膜条件

項 目	数 値
① 周波数 (Hz)	13.56M
② RFパワー (W)	150 (1W/cm <sup>2</sup> )
③ 電極間隔 (mm)	25
④ 温度 (℃)	400
⑤ O <sub>3</sub> 流量 (sccm)	200
⑥ TEOSバブリング N <sub>2</sub> 流量 (sccm)	100
⑦ TEOSバブラー温度 (℃)	25
⑧ 圧力 (Torr)	1.0

【0023】

【発明の効果】本発明による半導体装置の製造方法によれば、O<sub>2</sub>を使用せず、NH<sub>3</sub>とTEOSのような有機シランを使用したプラズマCVD法でP-TEOS SiON 膜を形成するので、膜中に窒素が含まれるようになり、膜中の水分が非常に少なくなる。また、下地依存性が解消されているためこのP-TEOS SiON 膜上に、例えばO<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜を形成した場合でも、このO<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜中にボイドが発生することがないとともに膜厚依存性もなくなり、良好な層間絶縁膜を形成できるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による半導体装置の製造方法の実施例により得られる半導体装置の断面図を示す。

7

8

【図2】比較例1により得られる半導体装置の断面図を示す。

【図3】比較例2により得られる半導体装置の断面図を示す。

【符号の説明】

1 BPSG膜

2 Al配線

3 P-TEOS SiON 膜

3a P-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜

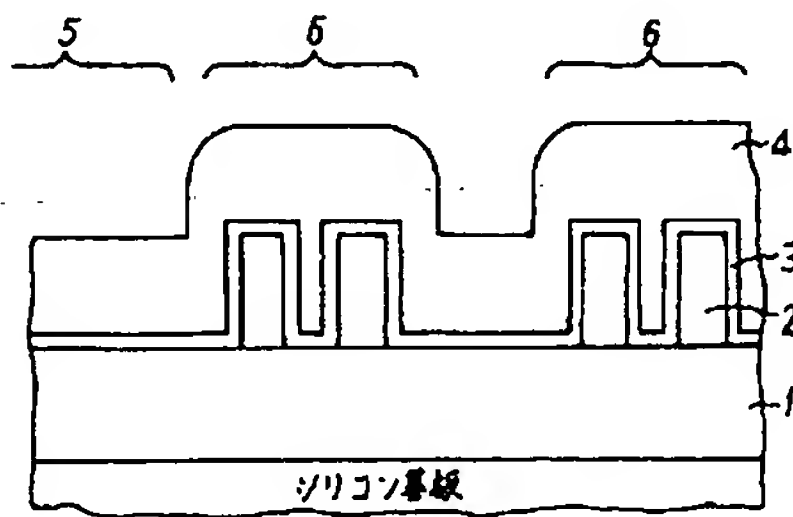
4 O<sub>3</sub>-TEOS SiO<sub>2</sub> 膜

5 疎パターン

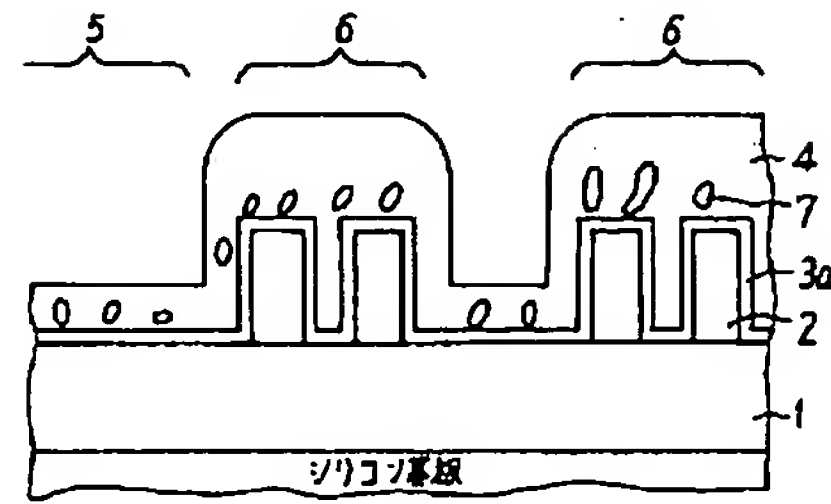
6 密パターン

7 ボイド

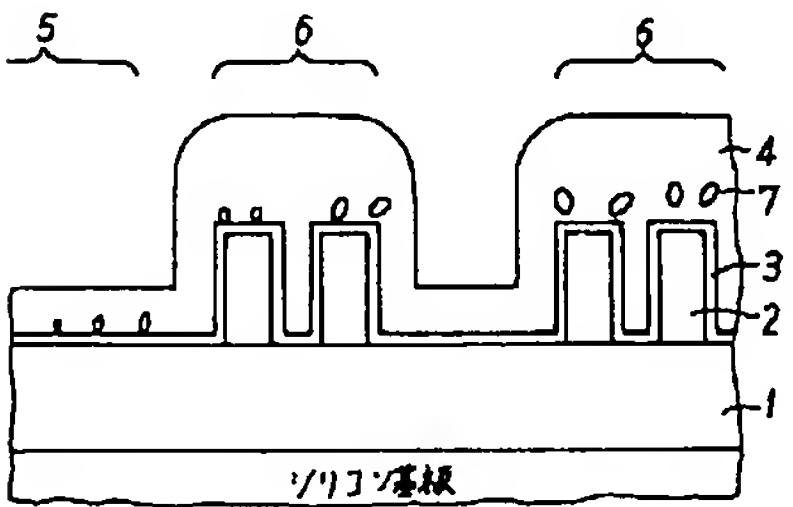
【図1】



【図2】



【図3】





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**